Lane Medical Library

Aus der chirurgischen Universitätsklinik zu Bonn
(Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. C. Garrè).

Beitrag zur
Arthrodese des Fussgelenks.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER RHEINISCHEN FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT
ZU BONN

VORGELEGT AM 26. OKTOBER 1912 VON

MAX SCHÖNENBERG
AUS HAMM (WESTFALEN).

STUTTGART.
DRUCK DER UNION DEUTSCHE VERLAGSGESELLSCHAFT.
1912.

Aus der chirurgischen Universitätsklinik zu Bonn
(Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. C. Garrè).

Beitrag zur
Arthrodese des Fussgelenks.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER RHEINISCHEN FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT
ZU BONN

VORGELEGT AM 26. OKTOBER 1912 VON

MAX SCHÖNENBERG
AUS HAMM (WESTFALEN).

STUTTGART.
DRUCK DER UNION DEUTSCHE VERLAGSGESELLSCHAFT.
1912.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Bonn.

Referent: Prof. Dr. GARRÈ.

MEINEN ELTERN.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/beitragzurarthro0000unse

Es schien eine Zeitlang, als ob das Interesse für die Arthrodesenoperation am Fußgelenk zugunsten anderer Operationen nachgelassen hätte. Die Vorträge von Lange, Vulpius und Lorenz auf dem diesjährigen Kongreß der „Deutschen Gesellschaft für orthopädische Chirurgie“ mit der sich anschließenden Diskussion beweisen jedoch, daß man ihr lebhafte Aufmerksamkeit schenkt. Bezüglich der Indikation dieser Operation zeigten sich große Meinungsverschiedenheiten. Aber keiner lehnte sie ganz ab. Die Fußgelenksversteifung wird demnach auch weiterhin angewandt werden. Deshalb verdienen alle Angaben, die auf eine Verbesserung der Operationsmethode hinzielen, beachtet und geprüft zu werden.

Die noch jetzt geübten Versteifungen des Fußgelenks beruhen auf der 1878 zum ersten Male gewagten Verödung gesunder Gelenkflächen. Albert führte damals zur Beseitigung eines Spitzfußes die erste Arthrodese derart aus, daß er nach Durchtrennung der Achillessehne die Gelenkknorpel des Sprunggelenks abkratzte und dann den Fuß in rechtwinkliger Stellung fixierte [29].

In der ersten Zeit vervollständigte er einige derartige Operationen noch durch die Knochennaht, doch kam er davon bald ab, da sich herausstellte, daß sie keine Verbesserung der Methode bedeutete.

Im Jahre 1879 berichtet v. Lesser [17] über einen Versuch der Arthrodese durch Bolzung mit Metallnagel. Mit Elfenbeinstiften,

mit totem und lebendem Knochenmaterial wurde die Bolzung später von Lexer [6] und mit einer Modifikation auch von Bade [2] angegeben. Eine knöcherne Vereinigung der Gelenkenden suchte man auch dadurch zu erzielen, daß man aseptische Eiterung erzeugte, wozu u. a. das Einlegen eines Jodoformgazestreifens [29] diente. Dollinger [5] empfahl zu gleichem Zwecke, nach der Entfernung des Gelenkknorpels die Knochenenden künstlich uneben zu machen und außerdem für ein Blutextravasat in der Wundhöhle zu sorgen, um möglichst die Verhältnisse einer Fraktur herzustellen.

Einer nur fibrösen Vereinigung der Tibia und des Talus suchte Wittek [27] dadurch zu begegnen, daß er nach der Knorpelabschälung auch noch für eine sichere allseitige Berührung der Knochen sorgte. Diese fehlt im allgemeinen an beiden Seiten des Talus, da durch die Knorpelabschälung die durch Tibia und Fibula gebildete Gelenkgabel vergrößert, der Taluskopf verkleinert wird. Deshalb entfernte er aus Tibia und Fibula an ihren einander zugekehrten Seiten mit dem Meißel eine schmale Knochenlamelle. Tubby [22] knickte zu demselben Zwecke nach der Methode von Goldthwait nach vorausgegangener Osteotomie der Fibula diese ein und drückte sie gegen den Talus. Beide erreichten so Kontakt des Taluskopfes mit den Innenflächen der beiden Malleolen.

Gegen die Bloßlegung des Knochens spricht sich Bidone [3] aus. Nach Tierversuchen kommt er zu dem Resultat, daß Anfrischung des Knorpels vorzuziehen sei. Es lasse sich eine durchaus solide kartilaginäre Ankylose damit erzielen, und der Knochen bleibe im Wachstum nicht zurück.

Karewski [12] redet der Verödung des ganzen Chopartschen Gelenks das Wort, um das Herabsinken des paralytischen Vorderfußes zu verhindern, der sonst sich umknickend auf dem Boden schleife.

Ueber die Notwendigkeit, die Arthrodesis pedis durch Verödung des unteren Sprunggelenks zu vervollständigen, sind die Meinungen nicht geklärt. Samter [21], Kirmisson [13] und Vulpius [25] wenden sie häufig an; Karewski [12a] hält sie im allgemeinen nicht für notwendig oder sogar für kontraindiziert.

Die Arthrodesenoperation am Fuße ergibt nicht immer eine feste Verknöcherung. Bei vielen Patienten ist die Vereinigung nur eine fibröse. Die Ansichten darüber, welches von den beiden Resultaten das wünschenswerteste sei, gehen auseinander. Bade

spricht sich noch 1908 [1] für fibröse, 1910 dagegen für knöcherne Verbindung aus. Vulpius [25], Wittek [27] und Cramer [4] halten eine knöcherne Ankylose für wünschenswert. Letzterer bemerkt aber: „Es ist mir bewußt, daß man eine straffe, fibröse Vereinigung, die eine geringe Bewegungsexkursion gestattet, für erstrebenswert halten kann, besonders, wenn noch einzelne Fußbeweger vorhanden sind und der Arthrodese eine Fascio- resp. eine Tenodese hinzugefügt wird."

Die meisten Autoren empfehlen die knöcherne Ankylose, die nach Vulpius [25] bei der üblichen Gelenkverödung in nur 50 bis 60 Proz. eintritt.

Die ungünstigsten Resultate bezüglich knöcherner Vereinigung gibt die Arthrodese durch Gelenkverödung bei Kindern. Jones [10] führt diese Operation daher nur bei Patienten über 10 Jahren aus, da er bei solchen unter 8 Jahren nur fibröse Vereinigung erzielte. Die Verkleinerung der Sprunggelenkspfanne und die Nagelung mit Elfenbeinstiften, totem und lebendem Knochenmaterial sind Versuche, dieses Resultat zu verbessern. Demselben Zwecke dient die von Cramer [4] 1910 veröffentlichte Methode der Periostknochenüberpflanzung auf das Talocruralgelenk, die er mit der Gelenkverödung kombinierte.

Nach dem Cramerschen Prinzip wurden mehrere Patienten in der der Leitung des Herrn Geheimrat Garrè unterstehenden chirurgischen Universitätsklinik und der chirurgischen Abteilung des St. Johanneshospitals in Bonn behandelt.

In diesen Fällen wurde die Arthrodese mit nur geringen Modifikationen in folgender Weise ausgeführt:

Aus einer Tibia wird ein ca. 10—12 cm langer Periostknochenlappen abgemeißelt. Die Knochenlamelle wird möglichst dünn genommen, da sie nur zu dem Zwecke mitentfernt wird, um die Cambiumschicht des Periosts unversehrt zu erhalten. Dann wird die Hautwunde versorgt und die Periostknochenlappen in physiologischer Kochsalzlösung aufgehoben. Auf dem Dorsum pedis über dem Sprunggelenk wird alsdann in sagittaler Richtung ein ca. 12 cm langer Hautschnitt angelegt. Die Sehnen werden mit stumpfen Haken beiseite gehalten, das Periost über der Tibia und den Fußwurzelknochen in der Ausdehnung des Hautschnitts gespalten und seitlich abgeschoben. Die Knochen — bei Kindern Knorpel — werden mit scharfem Löffel noch etwas angefrischt; der Periostknochen-

lappen wird dann so aufgelegt, daß Knochen auf Knochen zu liegen kommt. Darauf wird das seitlich abgeschobene Periost mit oder über dem Periostknochenlappen vernäht. Nach Versorgung der Hautwunde wird der Fuß in korrigierter oder — bei Pes varus — überkorrigierter Stellung eingegipst.

Um über die Brauchbarkeit dieser Operation einen Ueberblick zu geben, lasse ich zunächst die Krankengeschichten folgen:

Fall 1. Ludwig K., 4 Jahre alt. Mit einem Jahre wurde Schwäche des rechten Beines bemerkt. Der Knabe lernte mit 3 Jahren gehen. Das rechte Bein wird schleudernd vor- und aufgesetzt. Das ganze rechte Bein ist erheblich

Fig. 1.

Fig. 2.

schwächer als das muskulöse linke. Streckung des rechten Unterschenkels ist aktiv unmöglich. Der Fuß steht in abduzierter Spitzfußstellung. Er kann ein wenig plantar, jedoch nicht dorsal flektiert werden. Zehenbeugung gelingt leidlich gut. Die elektrische Untersuchung (Prof. Finkelnburg) ergibt mangelnde Reaktion der Mm. peronei und tibialis anterior und E. A. R. des M. gastrocnemius.

Behandlung: Arthrodese 9. Februar 1912. Nach 22 Tagen steht der Fuß in guter Stellung. Das Fußgelenk federt wenig. Neuer Gipsverband. 45 Tage post operationem: Fußstellung o. B. Beweglichkeit dorsalwärts passiv ca. 20° ohne fühlbaren Widerstand. Hintere Fersenwölbung und Fußwölbung sind normal. Das Röntgenbild [1]) (Fig. 1) ergibt normale Stellung des Fußskeletts.

[1]) Die Bilder sind nach den Originalplatten angefertigt. Um sie anschaulicher zu machen, sind sie teilweise nachgezeichnet.

Der Knochenspan ist mit den kleinen Fußwurzelknochen und dem Talus breit verwachsen; er erreicht das untere Ende der Tibia jedoch nur mit einer schmalen Brücke.

Fall 2. Katharina P., 12 Jahre alt. Mit 1¼ Jahren hielt Patientin, ohne daß eine Krankheit vorausgegangen sein soll, den rechten Fuß nach innen gedreht. Im Laufe der Jahre Verschlimmerung, so daß Patientin jetzt mit dem äußeren Fußrand auftritt. Der Fuß steht plantar flektiert, supiniert und stark adduziert. Eine scharfe Knickung im Sinne der Adduktion besteht zwischen Vorder- und Hinterfuß.

Adduktion und Supination sind passiv leicht, die Plantarflexion ist nicht auszugleichen. Der Fuß bildet fast die gerade Fortsetzung des Unterschenkels. Beim Versuch, ihn dorsal zu flektieren, spannt sich die Achillessehne scharf an. Der M. gastrocnemius und die Zehenbeuger funktionieren gut. Die rechte untere Extremität ist verkürzt.

Behandlung: Achillotenotomie[1]), Durchschneidung der Plantarfascie, Redressement, Eingipsen in rechtwinkliger Stellung mit Korrektur der Supination. Nach 10 Wochen steht der Fuß rechtwinklig, die Arthrodese wird ausgeführt (14. Januar 1911) und der Fuß eingegipst. 3 Monate nach der Operation steht der Fuß rechtwinklig. Ob zwischen Talus und Tibia noch eine leichte Beweglichkeit vorhanden ist, läßt sich klinisch nicht feststellen. Das Lisfrancsche Gelenk ist gut beweglich. Röntgenbefund: Der Periostknochenlappen ist mit Tibia, Talus und Os naviculare knöchern verwachsen. Ueber dem Lisfrancschen Gelenk sieht man eine kleine Knochenspange, die von der ersten größeren getrennt ist. Ziemlich steile Stellung des Calcaneus (Fig. 2).

Fall 3. Mieze R., 7 Jahre alt. Mit 5 Jahren typische Poliomyelitis ant. mit ausgedehnten Lähmungen beider Beine, die sich allmählich besserten. Das Kind konnte nach einem Jahre schrittweise allein gehen, schleppte dabei beide Beine nach, besonders das linke. Beide Beine sind atrophisch. Im rechten Knie Subluxationsstellung des Unterschenkels nach außen. Das linke Bein ist etwas kürzer als das rechte. Links Genu valgum. Beiderseits besteht Spitzfuß, der rechts stark, links leichter ausgebildet ist. Links ist keine aktive Beweglichkeit des Fußes und der Zehen vorhanden. Die Prüfung der elektrischen Reaktion der Muskulatur läßt rechts den späteren Eintritt voller Funktionsfähigkeit erwarten; links ist die Aussicht auf Fußbewegung auch nach Sehnentransplantation gleich Null (Prof. Finkelnburg).

Behandlung: Rechts Achillotenotomie; links Arthrodesis pedis (11. November 1911). Eingipsen des linken Fußes in rechtwinkliger Stellung. Nach 2 Monaten ist das linke Fußgelenk in guter Stellung versteift, jedoch sind noch im Sprunggelenk minimale Wackelbewegungen im Sinne der Flexion möglich, während die kleinen Fußwurzelgelenke völlig versteift sind. Seitliches Röntgenbild (Fig. 3) zeigt den Periostknochenlappen gut angeheilt, jedoch überbrückt er den Talus. In der Rückenlage streckt Patientin das Bein, indem

[1]) Die Achillotenotomie wurde stets nach Bayer ausgeführt.

sie es, die Zehen auf der Unterlage haltend, seitlich vorschiebt. Im linken Knie ist aktive Beugung und Streckung unmöglich. Nach Anlegung eines das Becken und das linke Bein stützenden Schienenhülsenapparates kann Patientin im Gehstuhl ziemlich flott marschieren.

Fall 4. Hedwig K., 5 Jahre alt. Mit 9 Monaten Ueberstandene Erkrankung mit nachfolgender vollständiger Lähmung des rechten Beins. Nach einigen Wochen Beginn einer allmählichen Besserung, die sich über mehrere Jahre erstreckt. Patientin geht jetzt leidlich, freilich mit vollkommen deformem Fuß. Sie tritt auf dem Außenrand auf; sie hat eine Zeitlang Schiene getragen. Der rechte Fuß steht in Equinovarusstellung, er geht bei passiver Stellungsveränderung sofort in diese Lage zurück. Die Zehen können aktiv wenig gebeugt werden. Am äußeren Knöchel besteht eine ausgedehnte Hautverdickung

Fig. 3.

Fig. 4.

infolge Auftretens auf dieser Stelle. Die Länge beider Beine ist gleich. Das Röntgenbild ergibt normalen Knochenbefund. Nach vorausgegangener Achillotenotomie und nach Redressement forcé wird die Arthrodese mit Verödung des Talocruralgelenks ausgeführt (19. Mai 1911) und der Fuß eingegipst. Nach 2 Monaten steht der Fuß rechtwinklig; er federt stark. Das Röntgenbild (Fig. 4) zeigt den Periostknochenlappen mit der angefrischten Talusfläche knöchern verbunden. Nach weiteren 3 Monaten ist der Fuß in Varusstellung fixiert. Patientin kann ohne Beschwerden gehen; das funktionelle Resultat bessert sich noch, nachdem Patientin einen Stiefel mit Schiene erhalten hat.

Fall 5. Rosina N., 3 ½ Jahre alt. Mit 2 ½ Jahren ohne Nebenerscheinungen Lähmung des rechten Armes und Beines. Umfang und grobe Kraft der oberen Extremitäten ist gleich. Die Muskulatur des rechten Oberschenkels ist teilweise paretisch. Das rechte Bein ist kürzer als das linke. Der rechte Fuß steht in Equinovarusstellung. Die Achillessehne ist gespannt. Die Zehen

können flektiert werden. Andere aktive Bewegungen des Fußes sind nicht möglich.

Behandlung: Achillotenotomia dextra. Gipsverband. Da Patientin 3 Wochen nach der Tenotomie beim Gehen den Fuß nach vorn und im seit-

Fig. 5a.

Fig. 5b.

lichen Bogen schleudert, wird die Athrodese ausgeführt (8. Juli 1911). Nach 10 Tagen mit Gipsverband entlassen. 3 Monate nach der Operation steht der Fuß rechtwinklig mit leichter Varusdrehung. Im Sprunggelenk noch mäßige Beweglichkeit. Röntgenbefund: Der Periostknochenlappen überbrückt die Mittelfußknochen bis zum Talus; über dem Chopartschen Gelenk zeigt er einen Einriß, der die Knochenspange nicht ganz durchtrennt. Von der Tibia scheint ihr ein kräftiger Callus entgegenzuwuchern. Hier ist noch keine knöcherne Vereinigung eingetreten (Fig. 5a). Der Fuß wird mit Ausgleichung der Varusstellung rechtwinklig eingegipst. Nach weiteren 3 Monaten ist der Fuß immer noch etwas beweglich. Die Lücken zwischen der Tibia und dem Periostknochenlappen und innerhalb desselben beginnen zu verknöchern (Fig. 5b). 8 Monate post operationem wird Patientin uns wieder zugeführt. Es besteht geringe federnde Beweglichkeit im Sprunggelenk. Die Fußstellung ist gut. Der Vorderfuß ist ein wenig adduziert. Patientin geht (zum ersten Male ohne Gipsverband) leidlich. Das Röntgenbild (Fig. 5c) zeigt die Lücke vor dem Sprunkgelenk beträchtlich verkleinert.

Fig. 5c.

Fall 6. Karl H., 11 Jahre alt. Im 3. Lebensjahre Poliomyelitis überstanden. Die rechte untere Extremität ist stark verkürzt und atrophisch. Es

besteht abnorm weite Beweglichkeit im Kniegelenk. Der rechte Fuß steht in starker Spitzfuß- und leichter Hohlfußstellung. Er kann mit Ausnahme der Zehen nicht aktiv bewegt werden. Die passive Beweglichkeit ist nicht beschränkt.

Behandlung: Arthrodese mit Verödung des Sprunggelenks (März 1911). Nachbehandlung im Gipsverband. 23 Tage nach der Operation zeigt das Röntgenbild (Fig. 6a) einen dem Dorsum des Fußskelets aufliegenden, vom unteren Ende der Tibiadiaphyse bis zu den Keilbeinen sich hinziehenden Knochenstreifen. Es besteht Pes calcaneus. Im Gipsverband vorläufig entlassen. Die Nachuntersuchung nach 1 Jahr ergab völlig versteiftes Fußgelenk. Das Auftreten und der Gang ist sicher. Das gute Resultat wurde gestört durch einen

Fig. 6a.

Fig. 6b.

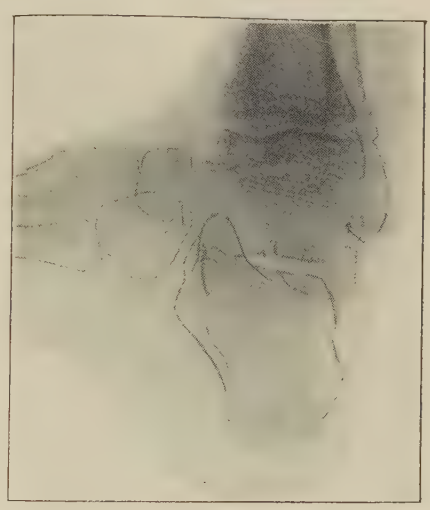
tuberkulösen Herd, der sich in der Knochenspange, deren Dicke (Fig. 6b) bemerkenswert ist, entwickelt hatte.

Fall 7. Otto M., 9 Jahre alt. Im 2. Lebensjahre 2 Tage dauernde fieberhafte Erkrankung. Nach dieser Lähmung des linken Beins. Allmählich trat eine Verkrümmung des linken Fußes ein. Im 6. Jahre bestand eine linksseitige Spitzfußstellung. Eine Sehnentransplantation wurde damals mit gutem funktionellen Erfolge ausgeführt. Zehenbewegung war aktiv möglich. Beide Beine waren gleich lang. Nach 3 Jahren hat sich der Zustand bedeutend verschlechtert. Ueber die Länge der Beine finden sich keine Angaben. Der linke Fuß steht in starker Equinovarusstellung. Der Redression setzten die stark gespannte Achillessehne und die Plantarfascie Widerstand entgegen. Die Peronealgruppe ist vollkommen schlaff. Nach Achillotenotomie und Durch-

schneidung der Plantarfascie wird der Fuß in rechtwinklige Valgusstellung redressiert. Patient geht im Gipsverband ohne Stock gut umher. Wegen

Fig. 7a.

Fig. 7b.



des Ausfalls der Pereonealgruppe Arthrodese mit Anfrischung der Gelenkenden des Sprunggelenks und der kleineren Fußgelenke (26. Januar 1911). Der Span wird wegen Infektion nach wenigen Tagen entfernt. 1 Jahr nach der Operation poliklinische Vorstellung. Der Fuß ist in geringer Valgusstellung rechtwinklig fest fixiert. Es besteht starker Hohlfuß. Patient hat sich zwei Gangarten angewöhnt, mit gebogenem oder mit durchgedrücktem Knie. Auf die erste Art tritt er mit dem ganzen Fuß auf; sein Gang hat dann aber infolge der durch die Beugung entstehenden funktionellen Verkürzung hinkenden Charakter. Wenn Patient das Knie durchdrückt, tritt er nur mit der Ferse auf; dann ist der Abstand der Fußsohle von der Unterlage, in der Gegend der Zehenballen gemessen, ca. 4 cm; der Gang ist dann etwas stampfend.

Fig. 7c.

Der linke Vorderfuß ist kleiner und graziler als der rechte. Der Junge kann stundenlang gehen, ohne zu ermüden. Der Unterschenkel scheint in der Höhe der Malleolen etwas nach hinten eingeknickt zu sein (Fig. 7 c).

Röntgenbilder: Fig. 7a. (23 Tage nach der Operation.) Der Fuß steht zur Tibia in einem Winkel von über 90°. Der Processus posterior des Calcaneus steht in der Verlängerung der Tibiaachse.

Fig. 7b. Von dem transplantierten Periostknochenlappen ist nichts zu

sehen. Die Längsachse des Calcaneus steht fast in der Richtung der Tibiaachse. Der übrige Fuß steht rechtwinklig zu ihr. Die Vorderfläche des Calcaneus ist schmal und zwischen Talus und Os cuboideum eingeschoben. Dieses hat eine fast keilförmige Gestalt. Die Unterschenkelknochen sind etwas vornübergeneigt.

Fall 8. Georg K., 9 Jahre alt. Der linke Fuß steht in Spitz-, Hohlfuß- und leichter Varusstellung. Letztere läßt sich leicht passiv ausgleichen; der Redression der Spitz- und Hohlfußstellung bereitet die Spannung der Achillessehne und der Plantarfascie einigen Widerstand. Plantarflexion des Fußes und der Zehen möglich. Die Muskulatur des linken Beines ist atrophisch. Das linke Bein ist 4 cm kürzer als das rechte. Patient tritt links nur mit dem

Fig. 8a.

Fig. 8b.

kleinen Zehenballen auf und schleudert den Fuß nach vorn außen. Nach Tenotomie der Achillessehne und der Plantarfascie wird der Fuß redressiert. 4 Wochen später wird die Arthrodese ausgeführt (14. März 1911). 16 Tage nach dieser Operation steht der Fuß rechtwinklig. Das Röntgenbild zeigt eine kompakte Knochenspange, die vorn den Fußwurzelknochen anliegt und gerade bis zur Tibia reicht. Vor dem unteren Teile der Tibia sieht man einen in den Tibiaschatten übergehenden diffusen Schatten einer dünnen Knochenlamelle, die bis zu der unteren derberen Lamelle reicht. Vor dem Talocruralgelenk sieht man nur wenig Knochenschatten (Fig. 8a). Die Nähte werden entfernt, ein neuer Gipsverband angelegt. 42 Tage nach der Operation zeigt das Röntgenbild (Fig. 8b) vor dem Talocruralgelenk einen diffusen Schatten von ca. $^1/_2$ cm Breite. Der Fuß steht rechtwinklig und leicht adduziert. Es besteht Hohlfuß. 3½ Monate nach der Operation ist der Fuß fest ankylosiert; das Lisfranesche Gelenk ist beweglich. Das Röntgenbild (Fig. 8c) zeigt eine kompakte, von

den Keilbeinen über Os naviculare und Talus zur Vorderfläche der Tibia ziehende Knochenspange. Ueber dem Lisfrancschen Gelenk steht sie als kurze Spitze vor; gegen die Tibia ist sie nicht abzugrenzen, vor dem oberen Sprung-

Fig. 8c.

Fig. 8d.

gelenk ist sie spindelförmig auf etwa das Doppelte ihres sonstigen Durchmessers verdickt. 7 Monate nach der Operation wird der Gipsverband end-

Fig. 8e.

Fig. 8f.

gültig entfernt. Das Sprunggelenk ist in leichter Dorsalflexion völlig ankylosiert. Der Patient bekommt einen linken, um ca. 3 cm erhöhten Schuh, um den Längenunterschied auszugleichen. Das funktionelle Resultat bessert sich im

Laufe von 3 Wochen erheblich. 1 Jahr nach der Operation ist die Knochenspange als gleichmäßig breiter, tiefer Schatten im Röntgenbild deutlich sichtbar (Fig. 8d). Patient geht 10 Minuten ohne zu ermüden fest und sicher. Er tritt erst mit dem Absatz auf und dann mit dem ganzen Fuß. Der Vorderfuß wird adduziert gehalten. Bei durchgedrücktem Knie stehen die Zehenballen ca. 2 Querfinger von der Unterlage ab (Fig. 8e und 8f). Es besteht Pes calcaneus. Die hintere Fersenwölbung fehlt.

Fall 9. Christine Chr. Im Alter von 4 Jahren plötzlich mit gleichzeitigem Kopfschmerz auftretende Lähmungserscheinungen beider Beine. Einige Monate später rechtsseitige Achillotenotomie mit anfangs gutem Resultat, später trat wieder Spitzfußstellung ein.

Muskulatur des rechten Beins atrophisch. Hüft- und Kniegelenke sind aktiv beweglich. Die linkseitige Spitzfußstellung ist weder aktiv noch passiv

Fig. 9a.

ausgleichbar. Rechts besteht außer dem Spitzfuß eine leichte Supination und starke Adduktion des Vorderfußes. Die 2. und 4. Zehe sind dorsal überstreckt, die übrigen plantar flektiert. Beim Versuch, die abnorme Stellung zu korrigieren, spannen sich Achillessehne und Plantaraponeurose. Die Muskulatur des rechten Unterschenkels ist erheblich geschädigt. Beiderseits wird die Achillotenotomie ausgeführt. Rechts wird noch die Plantarfascie durchtrennt und der Fuß redressiert. Beide Füße werden in überkorrigierter Stellung eingegipst. Nach 14 Tagen rechtsseitige Arthrodesis pedis mit Verödung des oberen Sprunggelenks (7. Juli 1910). Der Periostknochenlappen wird in zwei Teilen aufgelegt. 2 Monate nach der Operation ist der Fuß in guter Stellung konsolidiert. Nach 3 Monaten ergibt sich folgender Röntgenbefund: ein Periostknochenlappen ist mit der Tibia breit und mit dem Talus mit einer schmalen Brücke verwachsen. Zwei schmale Streifen scheinen nebeneinander dem vorderen Teil des Talus, des Os naviculare und einem Teil des Os cuboideum seitlich anzuliegen. Der Gelenkspalt zwischen Talus und Tibia ist verschwommen. Das ganze Fußskelett

scheint gegen die Unterschenkelknochen nach vorn verschoben zu sein (Fig. 9a). Nach weiteren 16½ Monaten wird folgender Befund konstatiert: linker Fuß, beschwerdefrei, zeigt geringe Neigung zu Spitzfußstellung. Rechter Fuß: es sind nur geringe Wackelbewegungen im Sprunggelenk möglich. Der Fuß steht rechtwinklig zum Unterschenkel. Der Vorderfuß ist adduziert. Mit passendem, mit 3 cm hoher Einlage versehenem Stiefel kann Patientin ½ Stunde gehen, ohne zu ermüden; bei längerem Marschieren Schmerzen im Mall. ext. Der rechte Fuß ist stets kälter als der linke. Er ist hochgewölbt und kürzer als der linke. Patientin tritt mit der lateralen Kante auf. Zuerst berührt die Ferse den Boden, dann wird der Schwerpunkt auf den Mittel- und zum Schluß auf den Vorderfuß gelegt, die Patientin „rollt sich über ihren Fuß fort". Das rechte Bein ist um ca. 3 cm kürzer als das linke. Der Mall. ext. steht etwas nach hinten; etwa 3 Querfinger oberhalb der Malleolen scheint der Unterschenkel etwas nach hinten durchgebogen zu sein. Röntgenbefund (Fig. 9b): Der obere Periostknochenstreifen ist erheblich stärker geworden und bildet eine solide Verbindung des Talus und der Tibia. Der Gelenkspalt zwischen diesen beiden Knochen ist gegen den früheren Röntgenbefund noch undeutlicher geworden. Die beiden seitlichen Periostknochenstreifen bilden einen breiten dunklen Schatten. An der Grenze des Os naviculare und der Ossa cuneiformia sieht man an der Vorderfläche einen soliden Knochenvorsprung, dessen Spitze auf die Tibia zeigt. Zwischen diesen und dem oberen transplantierten Lappen sieht man in den Weichteilen einen diffusen Schatten, der als beginnende Verknöcherung angesprochen werden kann. Das Fußskelett scheint nach vorn verschoben zu sein. Es besteht Steilstellung des Calcaneus, dessen Processus posterior in der Verlängerung der Tibiaachse liegt.

Fig. 9 b.

An Hand der Krankengeschichten wollen wir zunächst feststellen, ob der Endzweck der neuen Operation, die knöcherne Bindung des Fußgelenks, erreicht worden ist.

Für diese Beurteilung scheidet der Fall 7 aus, da bei diesem der Knochenspan wieder entfernt worden ist, also auch nicht zu der später erzielten Versteifung beitragen konnte. Inwieweit dabei die durch die Operation hervorgerufenen Reizungsvorgänge an Knochen

und Periost trotzdem im Sinne der Operation wirksam gewesen sind, bleibe hier unberücksichtigt.

Von den restierenden 8 Fällen war die Funktion:

unbefriedigend	bei Fall	1	$1^1/_2$	Monate	post	oper.
befriedigend	„ „	2	3	„	„	„
„	„ „	3	3	„	„	„
„	„ „	5	9	„	„	„
gut	„ „	4	5	„	„	„
„	„ „	8	7	„	„	„
„	„ „	6	12	„	„	„
„	„ „	9	$19^1/_2$	„	„	„

Von 5 Fällen, die längere Zeit beobachtet wurden, zeigten 4 ein gutes Resultat. Bei diesen fand sich keine frühere diesbezügliche Angabe. Es ist möglich — oder teilweise sicher —, daß der Gang schon früher hätte als gut bezeichnet werden können. Die auffallend lange Heilungsdauer des Falles 5 wird noch Gegenstand besonderer Besprechung sein.

Das Ergebnis der Untersuchung der Beweglichkeit im Sprunggelenk ist auf der folgenden Tabelle eingetragen; leider sind die Angaben bezüglich des Eintritts der Fixation und der Gehfähigkeit zu lückenhaft, um einen Vergleich darüber anstellen zu können, ob die Kombination der Periostknochentransplantation mit der Verödung des Talocruralgelenks den gewünschten Erfolg schneller herbeiführt. Das erscheint mir aber nicht zweifelhaft, da ja jede allein schon Ankylose herbeiführen kann.

Von großer Bedeutung ist es auch, ob es mit der Cramerschen Arthrodese gelingt, die Klippe der fibrösen Vereinigung zu umschiffen. Das glaube ich an Hand der Röntgenbilder bejahen zu können. Abgesehen von Fall 7, bei dem die Knochenspange entfernt werden mußte, ist sie überall reaktionslos eingeheilt, so daß — auch wo infolge der Kürze der Beobachtungszeit eine knöcherne Verwachsung noch nicht nachzuweisen war — doch dieses Endergebnis erwartet werden darf.

Cramer gibt an, daß im Röntgenbild der Schatten des überpflanzten Knochenstreifens erst heller, später dunkler werde; daraus kann man auf anfangs regrediente, später — nachdem durch die Verwachsung die Zirkulationsverhältnisse besser geworden sind — progrediente Wachstumsvorgänge schließen. Für das Dunklerwerden

des Knochenschattens, d. i. eine Vermehrung der Knochensubstanz, ist die genügende Zirkulation conditio sine qua non; aber sie allein kann dies Ereignis nicht herbeiführen, dazu bedarf es der funktionellen Inanspruchnahme des transplantierten Spans. Wenn wir diese progredienten Wachstumsvorgänge nachweisen, können wir eine feste Vereinigung annehmen.

Von einer Reihe von Patienten steht mir nur eine Röntgenaufnahme zur Verfügung. In diesen Fällen können die Wachstumsvorgänge nicht fortlaufend beobachtet werden; ein wenig ist dies möglich bei einigen Patienten, von denen zwei Bilder vorliegen; und eine fortlaufende Kette dieser Veränderungen bietet die Bilderserie des Falles 8.

Zwei und drei Wochen nach der Operation läßt sich in unseren Fällen eine knöcherne Verlötung des überpflanzten Gewebes weder klinisch noch röntgenographisch (Fig. 8a und 6a) sicher feststellen. Schon das zeitlich nächstfolgende Bild (Fig. 8b), 42 Tage post oper. aufgenommen, zeigt progredientes Wachstum, läßt also erkennen, daß der Periostknochenlappen angewachsen ist, was deutlich zum Ausdruck kommt, wenn wir dieses mit dem zugehörigen Bilde (Fig. 8a) vergleichen. Das nächste Bild dieses Patienten (Fig. 8c) zeigt 3 Monate post oper. bemerkenswerte Befunde. Die Knochenspange ist erheblich stärker geworden, als sie bei der Ueberpflanzung gewesen ist; mit der Tibia ist sie so verwachsen, daß sie kaum noch von ihr abzugrenzen ist und vor dem oberen Sprunggelenk zeigt sich eine spindelförmige Auftreibung, die am ehesten — nach dem Gesetz von der Transformation der Knochen [23] — so zu erklären ist, daß die Knochenspange infolge des auf sie durch die beim Gehen im oberen Sprunggelenk erfolgenden Bewegungen einwirkenden Druckes und Zuges reichlicher Spongiosa bildet als der übrige Teil der Spange. Von diesem Gesichtspunkte aus kann man aus dem ein Jahr post oper. aufgenommenen Röntgenogramm (Fig. 8d), das die Spange noch breiter und ohne Auftreibung zeigt, schließen, daß inzwischen eine absolute Ankylose des Talocruralgelenks eingetreten ist (die in klinischem Sinne schon 3½ Monate post oper. bestand); d. h. die Konsolidierung ist so fest, daß im oberen Sprunggelenk keine Bewegungen mehr stattfinden; denn sonst müßte die Knochenspange in der beim vorhergehenden Röntgenbild besprochenen Weise reagiert haben. Nach dem Röntgenbild des Falles 1, 45 Tage post oper. aufgenommen, ist der das obere Sprunggelenk überbrückende

Periostknochenlappen mit dem Talus breit, mit der Tibia durch eine schmale Brücke verwachsen (Fig. 1). Einen ähnlichen Befund bietet ein 2 Monate post oper. entstandenes Bild (Fig. 3), bei dem jedoch die das Sprunggelenk überbrückende Spange von den kleinen Fußwurzeln aus zur Tibia zieht und den Talus freiläßt. Eine zeitlich entsprechende Aufnahme eines anderen Falles (Fig. 4) zeigt breite Verwachsung mit Tibia und Talus. Bei diesen dreien bestand geringe Beweglichkeit im Sprunggelenk. Drei Monate post oper. wurden drei Patienten beobachtet. Bei zweien (Fig. 2 und 9) ist die Knochenspange über dem Talocruralgelenk, die vorläufig allein in Betracht gezogen werden soll, mit Tibia und Talus verwachsen. In dem einen dieser Fälle, bei dem auch das obere Sprunggelenk verödet war, und der röntgenographisch einen verschwommenen Spalt zwischen Tibia und Talus zeigt, war klinisch 2 Monate post oper. absolute Fixation festgestellt worden, in dem anderen Falle war zur Zeit der Röntgenaufnahme keine Beweglichkeit nachweisbar. Bei dem dritten (Fig. 5), zeitlich entsprechenden Fall ist eine teilweise Verwachsung eingetreten, doch zeigt sich gerade vor dem oberen Sprunggelenk eine große Lücke, die auch 6 und 9 Monate post oper. nicht ganz ausgefüllt ist (Fig. 5b und 5c). Die klinisch festgestellte Beweglichkeit ist dadurch leicht erklärt. Das Röntgenbild (Fig. 6b) des Falles 6 ergibt ein Jahr nach der Operation eine sehr starke Knochenspange, die auf der Tibia und dem Mittelfußknochen breit aufsitzt. Die Aufnahme (Fig. 9b) der am längsten beobachteten Patientin zeigt — man vergleiche die von demselben Falle stammende Fig. 9a — eine besonders auffallende Dicke der überpflanzten Spange und eine weitere Verknöcherung des Talocruralgelenkspalts.

Soweit wir im Laufe der Beobachtungszeit feststellen konnten, wächst also mit der Stärke der Knochenspange der Prozentsatz der Ankylosen.

In 5 Fällen war klinisch Fixation des Sprunggelenks festgestellt. In dreien von ihnen bestand breite Verwachsung der Lamelle mit Tibia und Mittelfußknochen, in einem [4] müssen wir sie auch als vorhanden ansehen, da sie drei Monate vorher konstatiert war, und da kein Grund vorliegt, anzunehmen, die Verwachsung sei irgendwie gestört worden. Im Falle 9 besteht zwar auch an beiden Punkten Verwachsung, aber am Talus nur an einer kleinen Stelle. Das gute klinische Resultat ist hier wohl auf die Gelenkverödung mit zurückzuführen. Trotz der breiten Verwachsung der Lamelle

im Falle 4 bestand keine Ankylose, sondern der Fuß federte im Sprunggelenk. Dies ist unschwer darauf zurückzuführen, daß dem Periostknochenspan nach 2 Monaten noch die erforderliche Festigkeit fehlte. Etwas federnde Fixation bestand auch im Falle 1 ca. 2 bis 3 Monate nach der Arthrodese, während 1½ Monate post oper. der Fuß sich ohne fühlbaren Widerstand in einer Ausdehnung von ca. 20 Grad bewegen ließ. Das Resultat ist also schlechter geworden. Das Röntgenbild (Fig. 1) gibt dafür die Erklärung. Denn die schmale Brücke der Knochenlamelle ist so zu erklären, daß bei zu starker passiver Plantarflexion des Fußes — vielleicht bei der Abnahme des Gipsverbandes — die neugebildeten, noch weichen Knochenschichten eingerissen sind. Auf dieselbe Ursache führe ich die geringe Beweglichkeit im Falle 3 zurück. Und das abnorm lange Ausbleiben der Fixation im Falle 5 beruht darauf, daß hier die Periostknochenlamelle nicht ein- sondern durchgerissen ist; dadurch ist ein Spalt entstanden, der sich erst allmählich schließen muß. Eine Uebersicht über diese Verhältnisse gibt nachstehende Tabelle.

Fall	Beobachtungszeit in Monaten	Sprunggelenk verödet	Beweglichkeit				Verwachsung d. transplant. Lamelle		Ursache der ungenügenden Verwachsung		
			unbehindert	gering	federnd	aufgehoben	beiderseitig breit	einseit. breit einseit. schmal	Einriß	Durchriß	unbekannt
1	2/3	—	—	—	1	—	?	?	—	—	—
1	1½	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—
3	2	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—
4	2	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—
5	6	—	—	1	—	—	—	1	—	1	—
5	9	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—
9	2	1	—	—	—	1	—	1	—	—	1
2	3	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
8	3½	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
4	5	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—
6	12	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—

Um die Brauchbarkeit der Periostknochentransplantation zu beweisen, will ich 2 Fälle hervorheben. Der Fall 8, bei dem das Sprunggelenk nicht verödet wurde, zeigt, daß, wenn erst eine Verwachsung des Perioststreifens eingetreten ist, derselbe allmählich stark genug wird, um jede Beweglichkeit des Sprunggelenks aufzuheben. Und auch der Fall 5 spricht für die Cramersche Methode,

obwohl hier noch 9 Monate post oper. federnde Beweglichkeit festgestellt wurde: denn ein Vergleich der Fig. 5a und 5c zeigt, daß selbst in ungünstigen Fällen (Zerreißung der Lamelle) dennoch eine knöcherne Vereinigung eintritt. Bei Betrachtung der Bilder wird sich jedem die Ueberzeugung aufdrängen, daß, nachdem die große Lücke fast ausgefüllt ist, das progredierte Wachstum bis zur völligen Konsolidierung anhalten wird.

Während bei der Arthrodese durch Gelenkverödung bei Kindern unter 8 Jahren nur eine fibröse Vereinigung eintritt (Jones [10]), können wir bei der Transplantationsmethode in jedem Lebensalter mit einem hohen Prozentsatz knöcherner Ankylosen rechnen. Das verzögerte Eintreten der Konsolidation in unserem Falle dürfen wir nicht der Methode zur Last legen. Derartige Störungen des Heilungsvorganges lassen sich in Zukunft leicht vermeiden, wenn man darauf zu achten gelernt hat.

Aus dem Dargelegten ergibt sich, daß die Periostknochentransplantation — mit oder ohne Gelenkverödung — eine erfolgversprechende Arthrodesenoperation ist.

Das Studium der klinischen Erscheinungen und der im Röntgenbild zu erkennenden Veränderungen, die im Gefolge der Cramerschen Operation auftraten, zeitigte noch einige Nebenbefunde, die mir einer Betrachtung wert erscheinen.

Ich will dazu weiter ausholen.

Den Spitzfuß findet man häufig mit Hohlfuß kombiniert. Bei der Korrektur der Spitzfußstellung durch Sehnen- und Fascienoperationen gelingt es meistens, auch den Hohlfuß zu beseitigen. Da wir bei unseren Fällen nach der Arthrodese auffallend oft Hohl- oder Hackenfuß konstatieren, liegt es nahe, an einen Zusammenhang dieser Erscheinung mit der Operation zu denken. Ich will daher versuchen, bei den einzelnen Fällen die Mechanik der Deformität zu erklären. Abweichungen vom Normalen, die nur bei der Ankylosierung, nicht bei der Sehnenoperation zu beobachten sind, werde ich besonders hervorheben.

Fünfmal unter 9 Fällen zeigte das Röntgenbild nach der Arthrodese mehr oder minder deutliche Steilstellung des Calcaneus. Dieser Befund scheint mir wichtig zu sein; der gleichzeitig bestehende Hohlfuß ist als natürliche Begleiterscheinung des Hackenfußes von sekundärer Bedeutung. Bei dreien dieser 5 Fälle findet sich im Krankenblatt der Vermerk: Hohlfuß. Bei den beiden

anderen ist die Steilstellung so erheblich, daß man vermuten kann, die Deformität habe auch klinische Erscheinungen gemacht, die aber versehentlich nicht eingetragen seien. Ich bin geneigt, anzunehmen, daß, obwohl vor der Arthrodese nur bei zweien dieser fünf Patienten ein Hohlfuß konstatiert wurde, vielleicht auch bei den anderen diese Deformität bestanden habe, zumal da bei ihnen die Plantarfascie stark gespannt war.

Was kann hier die Bildung des Pes calcaneus begünstigt haben?

Bei der Entstehung paralytischer Deformitäten sind nach Volkmann [23] drei mechanische Momente von Bedeutung: „Die eigene Schwere des betreffenden Körperteils, die abnorme Belastung bei seiner Benutzung und endlich das eventuelle Unvermögen, eine Gliedstellung zu beseitigen, die durch eine Bewegung nicht gelähmter Muskeln herbeigeführt wurde. Von diesen ist das letztere das am wenigsten einflußreiche, weil auch bei fehlenden Antagonisten die Teile gewöhnlich infolge ihrer Schwere wieder in die Ausgangsstellung zurücksinken. Durch eine richtige Kombination ist jeder einzelne Fall leicht zu erklären."

Nicoladoni [19] und Wittek [26] legen dem letzten Moment für die Erklärung des Pes calcaneus größeren Wert bei. Letzterer weist darauf hin, daß sich die Plantarmuskulatur bei jedem Schritt kontrahiert, wodurch eine ständige Zugwirkung am Calcaneus ausgeübt wird. Hofmeister, der die Mechanik der Verkrümmungen teilweise auf Muskelzug zurückführt, macht darauf aufmerksam, daß seine Wirkung gesteigert wird, sobald die beiden Angriffspunkte des Muskelzuges und der Krümmungspunkt statt einer Geraden einen Winkel bilden. Neben den Volkmannschen Gesichtspunkten scheinen mir diese und ein noch zu erörternder Umstand für die Entstehung des Pes calcaneus in Betracht gezogen werden zu müssen.

Zu unseren Fällen übergehend, werde ich zuerst einen besprechen, bei dem ich keinen Einfluß der Arthrodese auf die Anomalie annehme. Fall 6 zeigt schon bei der Aufnahme Hohlfuß. Da außer einer geringfügigen Zehenbeugung keine aktive Beweglichkeit und da keine Spasmen bestehen, so kann man die Entstehung der Spitz- und Hohlfußstellung durch die Einwirkung der Schwere des Fußes und der Kontraktion der kleinen Zehenbeuger erklären. Ihre Kraft war nur gering; wenn sie auch vielleicht nicht imstande war, die Hohlfußstellung erheblich mit hervorzurufen, so war sie vermutlich dennoch von Bedeutung für ihre Erhaltung nach der Be-

seitigung des Spitzfußes durch die Arthrodese. Die Fälle 2, 7, 8, 9 kann ich teilweise gemeinsam besprechen. Bei ihnen spannte sich beim Versuch, die Spitzfußstellung auszugleichen, die Achillessehne und die Plantarfascie. Da durch die Spannung der Achillessehne der Calcaneus in Plantarflexion gehalten wird, kann die Spannung der Plantarfascie nicht eine steile Stellung des Calcaneus, sondern nur die Beugung des Vorderfußes bewirken. Nach Ausschaltung der Wadenmuskulatur durch Tenotomie und nach Durchtrennung der Plantarfascie ziehen zweifellos die kleinen Zehenbeuger am Processus posterior des Calcaneus im Sinne einer Steilstellung[1].

Fig. 10a.

Fig. 10b.

Jedoch würde es ohne besondere Umstände nicht zur Bildung eines Pes calcaneus kommen, denn sonst müßte er nach Achillotenotomien bedeutend häufiger beobachtet werden, als er de facto gefunden wird. Es ist zu erwägen, daß nach einer Sehnenoperation, sobald der Fuß vom Gipsverband befreit wird, der Gastrocnemius wieder in Funktion tritt, und durch seinen Zug am Calcaneus den kleinen Zehenbeugern die Wage hält, während er nach Feststellung des

[1]) In allen diesen Fällen war Beugung der Zehen möglich, die Flexores digitorum waren also erhalten. Im Falle 9 bestand Hyperextension zweier Zehen, die aber nach Korrektur der Spitzfußstellung ohne weiteres geschwunden sein muß; denn im Krankenblatt ist über die Behebung dieses Umstandes nichts weiter angegeben und bei der Nachuntersuchung bestand er nicht mehr.

Fußgelenks infolge Inaktivität atrophiert. Vielleicht ist das eine Ursache der Pes calcaneus-Bildung nach Arthrodesis pedis (Machol).

Die Röntgenbilder der Fälle 5, 7, 8 und 9 zeigen im Gegensatz zu denen des Falles 6 und der nicht mit Hohlfuß komplizierten Fälle einen mehr oder weniger (Fall 8) dorsal flektierten Talus. Hierfür kann nicht eine bestimmte Art der Arthrodese verantwortlich gemacht werden — wir sehen sie bei einem durch Gelenkverödung und bei drei durch Periostknochentransplantation ankylosierten Füßen —, sondern nur die extreme Dorsalflexion, in welcher der Fuß eingegipst wurde. Die Fig. 10a und 10b, die von einem normalen Fuß in zwangloser und in extrem dorsalflektierter Stellung angefertigt wurden, zeigen bei letzterer neben der Veränderung der Weichteilzeichnung deutlich die Hebung des Talushalses und des durch Ligamente mit ihm verbundenen vorderen Teiles des Calcaneus, der sich um seine horizontale Achse gedreht hat. Wittek [26] hat auf diese Stellung des Talus bei primärer Steilstellung des Calcaneus aufmerksam gemacht.

Es ist von geringer Bedeutung, ob wir annehmen, daß durch die dorsalflektierte Haltung des Talus der Calcaneus steil gestellt werde, oder ob wir auf die pathologische Stellung des Calcaneus die abnorme Lage des Talus zurückführen. Wichtig ist, daß der Calcaneus nicht mehr in seine normale Stellung zurück kann, wenn der Talus in dorsalflektierter Stellung fixiert ist.

Mit der steileren Stellung des Calcaneus wächst nach dem Gesetz vom Parallelogramm der Kräfte in starker Progression die Wirkung des Muskelzuges, von der vorher die Rede war. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sie, auch wenn sie bei der normalen Stellung des Calcaneus fast gleich Null gewesen wäre, jetzt einen Angriffspunkt findet und zur Entstehung des Pes calcaneus beiträgt. Aber wenn man diese Erklärung auch ablehnen sollte, so hat der abnorm fixierte Talus durch das Festhalten des Calcaneus in steiler Stellung doch einen großen Einfluß auf die Entstehung der fraglichen Deformität. Ich will das an der v. Volkmannschen Darstellung der Mechanik der Entstehung des Pes calcaneus beweisen, die ich fast wörtlich folgen lasse: „Solange beim Vorwärtsschreiten der gelähmte Fuß in der Luft schwebt, ist die Deformität gering. Nun setzt der Patient den Fuß auf den Boden und berührt ihn, je weiter er den Fuß vorsetzt, um so mehr mit einem Teil der Hacke, der nicht zur Gehfläche gehört, sondern etwas über derselben nach der Insertion

der Achillessehne hinauf liegt. In dem Momente, wo er jetzt den gelähmten Körper vorwärts schwingt, knickt der Calcaneus, den die gelähmten Wadenmuskeln nicht festzuhalten vermögen, nach vorn um, soweit es die infolge dieser Gangart schon sehr gedehnten Bänder und die stark veränderten Knochenformen gestatten."

v. Volkmann hat m. E. hiermit nicht die Mechanik der Entstehung des Pes calcaneus gegeben, sondern die Mechanik der weiteren Ausbildung eines schon bestehenden Pes calcaneus. Der wichtigste Hinweis der vorstehenden Darstellung ist der auf das Auftreten mit einem Teile des Calcaneus, der nach der Insertionsstelle der Achillessehne zu liegt. Bei normaler Stellung des Fersenbeins ist es aber ganz unmöglich, auch wenn man einen sehr großen Schritt macht, nicht mit der Gehfläche des Calcaneus aufzutreten. Wenn Volkmann aber dieses abnorme Auftreten — mit Recht — zur Vorbedingung für die Entstehung des ausgeprägten Hackenfußes macht, so verlangt er damit, daß der Calcaneus schon eine gewisse pathologische Steilstellung habe, auf deren Entstehung ich oben eingegangen bin. Um den Einfluß der Fixation des Talus in Dorsalflexion weiterhin zu belegen, weise ich darauf hin, daß in den 4 Fällen ohne Hohlfuß sich der Talus in Normalstellung befindet. Nur im Falle 6 ist der Hackenfuß mit der gewöhnlichen Stellung des Talus kombiniert, wodurch wir daran erinnert werden, daß auch andere — teilweise oben angeführte — Ursachen diese Deformität herbeiführen können.

Einen solchen Fall, in dem jedoch die Arthrodese durch Gelenkverödung ausgeführt worden war, publizierte Vulpius in seiner Arbeit „Ueber den Wert der Arthrodese" [25]. Da er die Steilstellung des Calcaneus nicht besonders erwähnt, so glaube ich daraus schließen zu dürfen, daß er darin keine Beeinträchtigung des Wertes der Arthrodese sieht. Dem wäre zuzustimmen. Denn der ankylosierte Fuß muß als Stelze betrachtet werden; es kommt nur darauf an, daß diese solide ist; ob sie dem anatomischen Bau des normalen Fußes mehr oder weniger gleichkommt, ist von geringerer Wichtigkeit. Mir scheint sogar jede Verkürzung der Planta pedis, oder besser des den Boden berührenden Teils der Fußsohle wünschenswert. Beim normalen Fuß bewegt sich der Körperschwerpunkt in vertikalem Kreisbogen erst um den Taluskopf, dann um die Zehenballen als Mittelpunkt; jedesmal also um eine kleine Fläche. Beim ankylosierten Fuß dient die ganze Planta

als Unterstützungsfläche für diese Kreisbewegung. Daher ist der Gang in diesem Falle schwerfälliger. Da nun der Pes calcaneus gegen den normalen etwas verkürzt ist, wird die Fußsohle als Mittelpunkt einer Drehbewegung sogar etwas günstiger gestaltet. Und da die Steilstellung des Fersenbeins — anders als in einigen von Volkmann [23] beschriebenen Fällen, bei denen der Calcaneus bei horizontaler Lage des Unterschenkels in seine normale Stellung zurückfiel — eine ständige ist, so wird dadurch das Bein als Stelze nicht beeinträchtigt.

Der Gang bei rechtwinklig ankylosiertem Fuß ist ungefällig. Klose [13a] nennt ihn sogar stampfend. Lange betont, daß die Patienten mit versteiftem Fußgelenk auf ebener Straße gut gehen, sich aber den Unebenheiten bergigen Terrains nicht anpassen können. Dieser Nachteil ist nicht so groß, daß es sich empfehlen könnte, zu seiner Korrektur eine größere Operation vorzunehmen. Vielleicht ließe er sich aber von vornherein vermeiden, ließe sich ein besserer Gang dadurch erzielen, daß man den Fuß in geringer Plantarflexion ankylosiert [1]); dann würde beim Gehen das Knie ein wenig gebeugt gehalten werden müssen. Der Patient geht dann auf den Zehenballen, die für diese Belastung nicht ungeeignet sind; und vor allem ist die unterstützte Drehfläche des Fußes klein, einigermaßen der Norm entsprechend. Der Gang wird dadurch sicherlich — besonders im bergigen Terrain — an Schwerfälligkeit verlieren, wenn man natürlich auch trotzdem auf Elastizität des Ganges nicht rechnen darf, da eben die Abwicklung des Fußes fehlt.

Gegen diese Fußstellung kann man den Einwand erheben, daß der Fuß dadurch eine geringere Standfestigkeit bekomme als bei rechtwinkliger Ankylosierung. So einleuchtend dieses Bedenken für den ersten Augenblick auch ist, ich halte es dennoch für unbegründet.

Wenn ein Fuß durch Muskelwirkung in plantar flektierter Stellung fixiert ist, so wird bei stärkerer, dauernder Belastung die Fuß- und Unterschenkelmuskulatur ermüden und der Fuß dann eine unsichere Stütze abgeben. In unserem Falle dürfen wir aber Tibia und Fußskelett als einen zusammenhängenden Knochen betrachten; denn das Wachstum der Knochenspange des Falles 8 beweist uns,

[1]) Damit geht man von dem Prinzip ab, die Spitzfußstellung zu beseitigen. Es handelt sich aber auch de facto für uns weniger um die Beseitigung der pathologischen Stellung, als um die Besserung der Funktion.

daß sie so lange an Dicke zunimmt, bis sie dem auf sie einwirkenden Druck und Zug gewachsen ist. Eine Unsicherheit infolge Muskelermattung ist demnach nicht zu erwarten. Der Kleinheit der unterstützten Fläche kommt bei einseitiger Operation auch keine besondere Bedeutung bezüglich des sicheren Stehens zu, da der Patient sich ohne Mühe unwillkürlich im Gleichgewicht hält.

Wenn man gegen die Ankylosierung in leichter Spitzfußstellung bei gleich langen Beinen wegen der Beugung des Knies — die mir zwar nicht nachteilig zu sein scheint — vielleicht Einwendungen machen kann, so wird man sich leichter zu dieser Fußstellung entschließen in den zahlreichen Fällen, in denen auch eine Verkürzung der gelähmten Extremität besteht; diese wird dadurch in naturgemäßer Weise ausgeglichen; wir führen damit künstlich herbei, was Patienten mit Beinverkürzungen und normalem Muskelbefund bewußt oder unbewußt selbst tun: sie lassen die Fußspitze fallen, um damit den Boden zu gewinnen [23].

Ob man sich dazu entschließt, den Fuß plantarflektiert oder rechtwinklig zu ankylosieren, das hat einen gewissen Einfluß auf die Methodik der Operation. Bei rechtwinkliger Stellung beschränkt man Gelenkverödung und Transplantation auf das Sprung- und Chopartsche Gelenk, damit die Plantarflexion des Vorderfußes in mäßigen Grenzen möglich bleibt. Will man dagegen den Fuß in plantarflektierter Stellung fixieren, so muß man auch für die Ankylosierung des Lisfrancschen Gelenks sorgen, damit der Fuß genügende Festigkeit erlangt.

Aus den obigen Ausführungen über den Pes calcaneus nach Arthrodesis pedis geht hervor, daß im allgemeinen eine Korrektur dieser Anomalie nicht erforderlich sein wird. Nur im Fall 7 und 8 machte sie sich beim Gehen störend bemerkbar; beim Auftreten mit durchgedrücktem Knie gingen beide Patienten nämlich nur auf dem Fersenhöcker; der vordere Teil der Planta pedis berührte den Boden nicht. Beide gingen wie auf Stelzen. Im Röntgenbilde 7b des Falles 7 erkennt man die Ursache: der Vorderfuß steht senkrecht zur Achse der Unterschenkelknochen. Im Chopartschen und Lisfrancschen Gelenk vermissen wir die plantare Abbiegung.

Wenn demnach die ganze Planta pedis den Boden berühren soll, muß der Unterschenkel stark vorüber gebeugt werden. Diesen fehlerhaften Gang kann man beseitigen, indem man durch Keilosteotomie des Calcaneus den Processus posterior calcanei wieder nach

hinten bringt, oder indem man durch blutige oder unblutige Redression den Vorderteil des Fußes plantar beugt.

Ueber den Zeitpunkt der Korrektur der Skelettanomalien des Fußes besteht keine feste Regel, jedoch warten die meisten Operateure nach Möglichkeit bis zum Abschluß der Wachstumsperiode, da man dann erst mit Sicherheit dem Fuße seine endgültige Form geben kann. In unseren Fällen wird man auf diesen späteren Termin um so mehr Wert legen müssen, als eine Wachstumshemmung durch die Ueberpflanzung des Periosstreifens über die Epiphysenlinie der Tibia nach Tierexperimenten, die Herr Dr. Nußbaum in der Chirurgischen Universitätsklinik zu Bonn zurzeit ausführt, durchaus möglich ist (Machol), wenn wir auch bisher eine solche in unseren Fällen nicht nachweisen konnten.

In den Ausführungen zu den Fällen 4 und 8 betonte ich den Einfluß der Stärke der Knochenspange auf die Festigkeit der Ankylose. Ich würde daher vorziehen, statt des Periostlappens mit einer dünnen festhaftenden Knochenschicht, einen breiten, soliden Knochenspan mit Periost zu transplantieren, der möglichst, nachdem er angeheilt ist, auch gleich eine gewisse Trag- und Zugfestigkeit besitzt. Dadurch wird man den Heilungsverlauf um einige Wochen abkürzen können.

Immerhin ist zu erwägen, daß ein solcher solider Knochenstreifen schwer ernährt wird und folglich leichter der Nekrose verfällt. Es wird Sache der Erfahrung sein, festzustellen, welche Dicke die für Zugfestigkeit und schnelles Anwachsen zugleich günstigste ist.

Aus der Betrachtung unserer Fälle scheint mir hervorzugehen, daß durch die Cramersche Methode die Technik der Arthrodesis pedis verbessert worden ist; daß sogar die Periostknochentransplantation allein genügt, um ein Fußgelenk zu ankylosieren. Dieses Vorgehen hat den Vorzug, einer Eröffnung des Gelenks aus dem Wege zu gehen und einfach zu sein. Dennoch will ich der Transplantation allein nicht das Wort reden, da sie eine verhältnismäßig lange Heilungsdauer beansprucht, sondern glaube die Kombination [1]) der Periostknochentransplantation mit der Gelenkverödung empfehlen zu müssen. Denn die Eröffnung eines Gelenks, das versteift werden soll, bedeutet im Zeitalter der Asepsis keine Gefahr. Und die Umständlichkeit einer Operation kommt nicht in Frage, wenn es sich darum handelt, dem Patienten zu nützen.

[1]) Entsprechend der Cramerschen Angabe.

Erst nach Abschluß dieser Arbeit kamen die Ausführungen Trincis über Periostüberpflanzungen [21b] zu meiner Kenntnis. Aus den Schlußfolgerungen seiner Versuche hebe ich folgendes hervor:

A. Das Wachstum des neugebildeten Knochens ist, was die Dicke betrifft, beschränkt, da die Wucherungsfähigkeit der Zellelemente sich erschöpft.

B. Die gestielten Lappen weisen eine größere Lebensfähigkeit auf als die freien.

C. Die besten Resultate wurden mit den Ueberpflanzungen unter Stieldrehung erzielt, bei der im Gegensatz zu der Ueberpflanzung durch Umschlagen des Lappens das Periost seine normale Lage dem Knochen gegenüber behält.

Zur ersten Folgerung muß ich bemerken, daß die eventuelle Beschränkung der Wucherungsfähigkeit, wenn man das Resultat des Falles 8 in Betracht zieht, praktisch für unsere Operation nicht berücksichtigt werden braucht, da die Beschränkung wohl erst innerhalb so weiter Grenzen eintritt, daß der klinisch erstrebte Zustand vorher erreicht werden kann.

Die weiteren Anregungen Trincis verdienen Beachtung, zumal da die Transplantation eines Periostknochenlappens mit gedrehtem Stiel keine wesentliche Erschwerung der Operation bedeutet.

Ich glaube, daß durch den Ausbau der Transplantationsmethode die Anwendungsmöglichkeiten der Arthrodesenoperation sich vermehren lassen, daß ihre Resultate sich günstiger gestalten werden.

Schlußbetrachtung.

I. Ueber die Methodik der Arthrodese.

1. Es ist möglich, den Fuß durch Ueberpflanzung eines Periostknochenlappens im Sprunggelenk zu ankylosieren (Cramer).

2. Die Transplantationsmethode ergibt knöcherne Ankylose auch bei Kindern unter 8 Jahren.

3. Die Fixierung nimmt entsprechend der Volumenvermehrung des Knochenspans zu.

4. Der frei überpflanzte Periostknochenlappen wächst fast regelmäßig an.

5. Die Transplantation eines Periostknochenlappens mit gedrehtem Stiel bietet die besten Aussichten bezüglich Lebensfähigkeit (Trinci).

6. Durch Zerreißung der Periostlamelle wird der Eintritt der Fixation verzögert, nicht gehindert.

7. Die Ankylosierung des Lisfrancschen Gelenks ist bei rechtwinkliger Stellung des Fußes zu vermeiden.

8. Es empfiehlt sich, einen breiten und dicken Periostknochenstreifen zu überpflanzen.

9. Die Kombination der Arthrodese durch Gelenkverödung mit der durch Transplantation führt wahrscheinlich schneller zur Ankylose als jede einzelne.

10. Eine Verschmälerung der Sprunggelenkpfanne nach Goldthwait [22] oder Wittek [27] wird den Eintritt der Ankylosierung sicher beschleunigen.

II. Ueber den Gang.

1. Bei ankylosiertem Fuß wird der Gang um so leichter werden, je kleiner die den Boden berührende Fläche der Planta pedis ist, vorausgesetzt, daß diese Stelle an sich zum Auftreten geeignet ist.

2. Man kann Verkürzung des Beins bei Fußlähmung durch Ankylosierung des Fußes in mehr oder weniger plantar flektierter Stellung ausgleichen. Dieser Ausgleich empfiehlt sich, da dann die Zehenballen — die Drehfläche beim normalen Gang — auch die Drehfläche des ankylosierten Fußes bilden.

III. Ueber die Steilstellung des Fersenbeines.

1. Bei starker Dorsalflexion des normalen Fußes tritt Dorsalflexion des Talus und Calcaneus ein (Wittek).

2. Die Volkmannsche Theorie von der Entstehung des Pes calcaneus geht schon von dem Bestehen einer gewissen Steilstellung des Calcaneus aus.

3. Durch Fixation des Talus in Dorsalflexion wird der Calcaneus in geringer Steilstellung festgehalten.

4. Steilstellung des Calcaneus kann durch die kurzen Zehenbeuger herbeigeführt werden.

5. Die Wirkung der kurzen Zehenbeuger auf die Steilstellung des Calcaneus steigert sich, je mehr er ihrem Zuge folgt.

6. Inaktivitätsatrophie der Wadenmuskulatur nach Arthrodese begünstigt die Entstehung des Pes calcaneus (Machol).

7. Ein feststehender steiler Calcaneus beeinträchtigt das Resultat der Arthrodese nicht.

IV. Ueber Störungen des Verlaufs.

1. Die Möglichkeit einer Störung des Wachstums der Epiphysenlinie ist nicht von der Hand zu weisen (Machol).

2. Bei Ueberpflanzung eines starken Periostknochenstücks ist vielleicht mit der Ausstoßung desselben zu rechnen.

Ich will diese Arbeit nicht schließen, ohne Herrn Geheimrat Professor Dr. Garrè für die Ueberlassung des Materials und Herrn Professor Dr. Machol für die Anregung zu dieser Arbeit und für manchen wertvollen Rat meinen besten Dank auszusprechen.

Literatur.

1. Bade. Zur Technik der Arthrodesenoperation. Zeitschr. f. orthop. Chir. 1908, Bd. 22.
2. Ders., Die subkutane Arthrodese. Ebenda. 1910. Bd. 27a.
3. Bidone. Sull'arthrodesi. Arch. di Ortoped. 1894. (Zit. nach Garrè, Zentralbl. f. Chir. 1895.)
3a. Biesalski nach Ehringhaus. Bericht über Kongreß d. deutsch. Ges. f. orthop. Chir. Deutsche med. Wochenschr. 1912. Nr. 17.
4. Cramer. Beitrag zur Arthrodese des Talocruralgelenks. Zentralbl. f. Chir. u. mech. Orthop. 1910. Bd. 4.
5. Dollinger. Arthrodese bei Kinderlähmung. Zentralbl. f. Chir. 1890.
6. Frangenheim. Experimentelle und klinische Erfahrungen über Arthrodese durch Knochenbolzung. Langenbecks Archiv Bd. 90.
7. Gaugele. Zur subkutanen Arthrodese nach Bade. Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. 28.
8. Hackenbruch. Zur Behandlung der spinalen Kinderlähmung durch Nervenpfropfung. Zentralbl. f. Chir. 1905.
9. Hofmeister. Verkrümmung des Beins nach Kniegelenksresektion im Kindesalter. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 37.
10. Jones. An address on arthrodesis and tendons transplantation. Brit. med. journ. 1908. 28. März. (Zit. nach Weber. Zentralbl. f. Chir. 1909.)
11. Kapt. Ueber doppelseitige Arthrodese des Kniegelenks. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 10.
12. Karewski. Die Arthrodese im Fußgelenk. Zentralbl. f. Chir. 1895, Heft 25.
12a. Ders., Ueber Arthrodese bei Paralyse des Fußes. Zentralbl. f. Chir. 1895, Heft 36.
13. Kirmisson. Manuel opératoire et résultats de l'arthrodèse tibio-tarsienne. Revue d'orth. 1896, Heft 2. (Zit. nach Frank, Zentralbl. f. Chir. 1896.)

13a. Klose, Erfolge der orthopädischen Behandlung der spinalen Kinderlähmung. Deutsche med. Wochenschr. 1912, Heft 13.
14. Lange, Hohlfuß, Spitzfuß, Hackenfuß. Wullstein und Wilms, Lehrb. d. Chir. 1909.
15. Ders., Ueber ungenügende Muskelspannung und ihre operative Behandlung. Münch. med. Wochenschr. 1902, Heft 13.
16. Ders., Die Sehnenverpflanzung. Ergebnisse der Chir. und Orthop. 1911, Bd. 2.
16a. Ders., Orthopädische Behandlung der spinalen Kinderlähmung (Referat im Zentralbl. f. chir. und mech. Orthop. 1912).
17. v. Lesser, Ueber operative Behandlung des Pes varus paralyticus. Zentralbl. f. Chir. 1879, Heft 31.
17a. Lorenz, Arthrodese (Referat im Zentralbl. f. Chir. u. mech. Orthop. 1912).
18. Meyer, Statik und Mechanik. Leipzig 1873.
19. Nicoladoni, Ueber den Pes calcaneus. Langenbecks Archiv f. Chir. Bd. 26.
20. Riedinger, Hackenfuß und Spitzfuß. Archiv f. physik. Med. u. med. Techn. Bd. 3, Heft 2.
21. Samter, Ueber Arthrodese im Fuße. Zentralbl. f. Chir. 1895.
21a. Schultheß, Hohlfuß. (Referat im Zentralbl. f. Chir. u. mech. Orthop. 1912.)
21b. Trinci, Experimenteller Beitrag zum Studium der Periostüberpflanzungen. Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. 30, Heft 1/2.
22. Tubby, On the surgical treatment of infantile paralysis. Brit. med. Journ. 1908, Sept. 26. (Zit. nach Weber, Zentralbl. f. Chir. 1909.)
23. Volkmann, Ueber Kinderlähmung und paralytische Kontrakturen. Sammlung klin.-chir. Vorträge, Heft 1.
24. Vulpius, Zur orthopädisch-chirurgischen Behandlung schwerer spinaler Kinderlähmungen, besonders von sog. Handgängern. Beitrag z. klin. Chir. 1902, Heft 34.
25. Ders., Ueber den Wert der Arthrodese. Münch. med. Wochenschr. 1908, Heft 7.
25a. Ders., Ueber die Sehnenüberpflanzung in der Behandlung der spinalen Kinderlähmung, ihre Indikation, Technik und Resultate. Deutsche med. Wochenschr. 1912, Heft 36.
26. Wittek, Ueber den Pes calcaneus traumaticus. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 64.
27. Ders., Technik der Arthrodese des oberen Sprunggelenks. Zentralbl. f. Chir. 1909.
28. Wolff, Gesetz der Transformation der Knochen. Berlin 1892.
29. Zinsmeister, Ueber die operative Behandlung paralytischer Gelenke (Arthrodese). Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 26.

Lebenslauf.

Am 6. Dezember 1885 bin ich als Sohn des Kaufmanns Louis Schönenberg und seiner Ehefrau Caecilie, geb. Alsberg in Hamm i. W. geboren. Ich besuchte die Bürger- und Mittelschule meiner Vaterstadt, die ich nach erlangtem Reifezeugnis im Herbst 1905 verließ, um in München, Bonn und Berlin Medizin zu studieren. Im April 1908 bestand ich in Bonn das ärztliche Vorexamen, im März 1911 in Berlin das Staatsexamen. Während des praktischen Jahres arbeitete ich an Berliner und Bonner Universitätsinstituten. Mit dem Studium meines ersten Semesters hatte ich den halbjährigen Dienst mit der Waffe als Einjährig-Freiwilliger verbunden. Am 1. Mai 1912 bin ich zur Ableistung der zweiten Hälfte meines Dienstjahres in Berlin als einjährig-freiwilliger Arzt eingetreten.